

# 普遍性と創発性から紡ぐ次世代物理学

## - フロンティア開拓のための自立的人材養成 -

の 紹介

物理学・宇宙物理学専攻、  
基礎物理学研究所、附属天文台、  
低温物質科学研究センター、化学研究所

### 京都大学の物理学を結集した組織

京都大学理学研究科の物理学・宇宙物理学専攻が一体となって運営(物理学第一、物理学第二、宇宙物理学の三教室からなる基幹講座に、基礎物理学研究所をはじめとする協力講座が加わり、京都大学の物理学分野の活動の中核を結集)しています。2008(平成20)年度から5年間予定のプログラムですが、事業が終了した後も、国際的に卓越した教育研究拠点としての継続的な教育研究活動が自主的・恒常的に行われることが期待できる計画としています。この組織には約120名の教員および約150名の博士後期課程大学院生が含まれます。



### 拠点リーダーご挨拶

川合 光



自然界は、素粒子から宇宙にいたる様々な階層から成り立っています。このそれぞれの理解を深めようというのが多様性の追求です。他方、これらすべてのもとになっている基本法則や、いろいろな系に対して広く成り立つ法則を見つけようというのが普遍性の追求です。これらは独立なものではなく、一方の発展が他方の発展をうながすという具合に、相俟って人類の自然認識を進歩させてきました。多様性に対する認識を、単に自然界にはいろいろな現象があるのだという受身の立場からもう一步進めたのが創発という概念です。原理的には、どんなに複雑な現象も単純な基本法則から生じているはずですが、しかしながら、たとえ基本法則がわかったとしても、自然界には予想もできない多様で新しい現象がおきています。これらは、一旦認識されてしまえば基本法則から説明することはできますが、少なくとも歴史的には、基本法則からの演繹によって得られたものではありません。すなわち、自然界においては無限に多くの多様な現象が創発しているというわけです。このように考えますと、なぜ物理学にとって普遍性と多様性の両方が重要であるかがわかりやすくなります。すなわち、ある現象の創発が見えられたとする、そうすると、まったく違った系に対しても同様の現象がおきる可能性があり、新しい創発が予想される。それが確認されると、それらの現象が創発するメカニズムが一つの普遍法則として得られる。その新しい法則性をもっともミクロなレベルでも現れる可能性があり、基本法則の探求が進む、といった具合です。本拠点は、このような普遍性と創発性からみあい物理学の本質ととらえ、次世代の物理学を積極的に開拓していこうというものです。

### 「フロンティア開拓のための自立的人材養成」

単に既存の学問分野を深化発展させる人材だけではなく、既存の学問分野を乗り越えて境界分野や新しい学問体系を開拓できる人材の養成を目標としています。そのために、自由な発想や自主性を尊び、国際性豊かで刺激的な教育研究環境を強化するための、いくつもの独自の制度を持っています。ここでは、2つを紹介しましょう。

### BIEP(双方向滞在型国際交流プログラム)

物理学の進展には国際協力が不可欠であり、若手研究者養成においても、国際的な教育研究環境が必須です。本拠点では、3ヶ月程度を単位として、大学院生の国際招聘および海外派遣による双方向の滞在型国際交流制度を行なっています。

### TRA( Teaching-Research Assistant) 制度

わが国の大学院教育に適合した新しい制度として、独自のTRA制度を行なっています。これは、院生が基礎力を高め実践力を身につけながら経済的にも自立できるようにするためのもので、TA業務を必須とし同時にRAとしての役割も担えるようになっていきます。また京大の自学自習の伝統である「学部学生自主ゼミ」のチューターをTA業務の対象範囲として認めています。

**GCOE特別講義** 修士修了の要件として、各分野の専門以外にこれらGCOE特別講義のような講義を取ることが求められています。2009年度は、「物理研究者のための場の量子論(細道和夫)」、「光と量子情報(青木隆朗)」、「重力・重力波物理学(安東正樹)」、「科学研究のための英語(Glenn Curtis Paquette)」。2010年度は「科学研究のための英語」に加えて「現代分子物理(ハーバード大John M. Doyle)」、「理系研究者のための科学コミュニケーション(東京大 横山広美)」が予定されています。

**GCOE特定准教授** 細道和夫 所属:基礎物理学研究所 [hosomiti@yukawa.kyoto-u.ac.jp](mailto:hosomiti@yukawa.kyoto-u.ac.jp)

重力を矛盾なく量子化すること、そして重力を電磁気力などのその他の力と併せて統一的に記述する理論を編み出すことは、理論物理学にとって最も大きな課題の一つです。私の研究している弦理論は、この大きな問題への最も有力なアプローチと考えられています。これまでに、弦理論は重力理論の量子化にともなう紫外発散の問題を解決するだけでなく、一般に弦理論から四次元より高い次元の時空が自然に出てくること、弦だけでなくいろいろな高次元の膜状物体が登場することなどが分かってきています。弦理論の性質がより詳しく分かるにつれ、現実の世界を弦理論から説明する新しいアイデアも数多く生まれてきています。最近興味を持っているのは、超弦理論やM-理論の"brane" とよばれる色々な膜状ソリトンのダイナミクスです。とくにD-brane と呼ばれるソリトンに付着するひもの運動から、ゲージ理論の性質を探ることが出来ます。色々なbrane をはしご状に組み合わせるとその上のひもの運動を調べると、量子効果ではしごは滑らかになります。不思議なことに、ゲージ理論の色々な性質をはしごから読み取ることが出来るのです(図)。最近の研究ではこのbrane のはしごを通して、4次元のゲージ理論と2次元の特殊な場の理論のあいだに思いがけない対応が見つかっています。弦理論はもともと ひも を基本粒子として研究が始められた以外は、その出発点において何の大きな仮定もしていません。そのため、最近では場の理論を用いて記述できる物理現象の実に多様なものが弦理論に「取り込まれて」きています。京都での研究を通じて、私は弦理論の適用範囲をさらに広げて行くこと、また物理学のいろいろな分野をつなぐ共通言語としての弦理論の理解を深めることに努めたいと考えています。

